

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan gagasan atau hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar pada program sejenis di perguruan tinggi manapun. Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya.

Malang, Agustus 2018

Abdul Kodim



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Proposal : Uji Sinergisme Aktivitas Insektisida Berbahan Aktif
Lufenuron dan Profenofos terhadap Penggerek Polong
pada Tanaman Kedelai

Nama : Abdul Kodim

NIM : 115040200111114

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

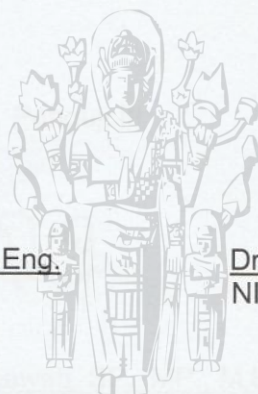
Disetujui Oleh

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.
NIP. 19810125 200604 2 002



Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.
NIP. 19580112 198203 2 002

Diketahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit
Tumbuhan



Dr. Ir. Ludi Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal persetujuan :


LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

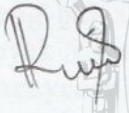
Penguji I

Penguji II


Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003


Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.
NIP. 19580112 198203 2 002

Penguji III


Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.
NIP. 19810125 200604 2 002

Tanggal Lulus :

02 AUG 2018

RINGKASAN

Abdul Kodim. 115040200111114. Uji Sinergisme Aktivitas Insektisida Berbahan Aktif Lufenuron dan Profenofos terhadap Penggerek Polong pada Tanaman Kedelai. Dibawah bimbingan Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing Utama, Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. sebagai Pembimbing Pendamping.

Penggerek polong *Maruca testulalis* Geyer (Lepidoptera: Pyralidae) adalah hama penting dan mempunyai distribusi yang sangat luas di Afrika, Asia dan Amerika latin. Tanaman inang *M. testulalis* antara lain: tanaman kacang kedelai, kacang panjang, kacang hijau, krotalaria dan kacang-kacang lainnya. Di Indonesia penggerek polong tersebar di Jawa dan Sumatera terutama di daerah penghasil kacang panjang dan kacang hijau (Singh, 1990 dalam Pitojo, 2006). Pengendalian hama di perkebunan banyak menggunakan bahan aktif insektisida tunggal. Penggunaan insektisida berbahan aktif tunggal yang diaplikasikan terus-menerus dapat menimbulkan permasalahan resistensi pada hama (Metcalf, 1989). Salah satu cara yang dapat diupayakan untuk menanggulangi resistensi hama terhadap insektisida adalah dengan menggunakan campuran dua jenis atau lebih bahan aktif insektisida (insektisida majemuk) yang cara kerjanya berbeda (Georghiou, 1983). Penggunaan insektisida majemuk dapat meningkatkan efisiensi aplikasi (Stone *et al.*, 1988).

Metode penelitian meliputi persiapan serangga uji, persiapan pestisida, uji pendahuluan dan uji sinergisme. Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan konsentrasi ambang bawah (LC_5) yaitu konsentrasi yang dapat menyebabkan mortalitas sebanyak 5% serangga uji dan ambang tengah (LC_{50}) yaitu konsentrasi yang dapat menyebabkan mortalitas sebanyak 50% serangga uji serta ambang atas (LC_{95}) yaitu konsentrasi yang dapat menyebabkan mortalitas sebanyak 95% serangga uji. Hasil uji pendahuluan digunakan untuk menentukan konsentrasi uji sinergisme. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Jumlah serangga uji tiap perlakuan adalah 30 ekor. Cara perlakuan insektisida yang digunakan adalah metode semprot. Analisis data pada perlakuan uji sinergisme data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam pada taraf kesalahan 5%. Apabila respon dari perlakuan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf nyata 5%.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa aplikasi insektisida majemuk menyebabkan aktivitas pengendalian serangga uji yang lebih baik dibandingkan dengan insektisida berbahan aktif tunggal. Setiap penggunaan konsentrasi berbeda yang semakin meningkat berbanding lurus dengan tingkat mortalitas serangga uji, semakin tinggi konsentrasi yang diaplikasikan maka semakin tinggi tingkat mortalitas serangga uji. Insektisida majemuk tidak menyebabkan efek antagonistik dan bersifat sinergis dalam mematikan serangga *M. testulalis*.

SUMMARY

Abdul Kodim. 115040200111114. Synergism Activity Test based Active Ingredients Insecticide Lufenuron and Profenofos on Bean podborer in Soybean Plants. Supervised by Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng. as main supervisor, Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. as companion supervisor.

Bean podborer *Maruca testulalis* Geyer (Lepidoptera: Pyralidae) is an important pest and has a wide distribution in Africa, Asia and latin America. The hosts of *M. testulalis* are: soy beans, long beans, green beans, krotalaria and nuts. In Indonesia bean podborer spread mainly in Java and Sumatra regions which producing long beans and green beans (Singh, 1990 in Pitojo, 2006). Pest control in many plantations using single active ingredient insecticide. Insecticides made from a single active ingredient which applied constantly will induce resistance in pests (Metcalf, 1989). The solution of pests resistance caused by the constant application of single active ingredient pesticide is to use mixture of two or more types of insecticide active ingredient which is have different mode of action (Georghiou, 1983). The use of the mixture active ingredient insecticide can increase the efficiency of the application (Stone *et al.*, 1988). The purpose of this research is to know the level of mortality bean podborer by using different concentration and determine activity of those insecticide active ingredient.

Research methods include the preparation of insect larvae, pesticide preparation, preliminary test, and synergism test. A preliminary test was conducted to determine threshold concentrations below (LC_5) that is concentrations can cause mortality by 5% of insects and the middle threshold (LC_{50}) is a concentrations can cause mortality by 50% of the test insect as well as the upper threshold (LC_{95}) is a concentrations can cause mortality by 95% of the test insect. Preliminary test results used to determine the concentration of the synergism test. Designs used are Randomize Block Design (RBD). The number of insects used for each treatment is 30. The treatment method used was insecticide spray. Data analysis on treatment of synergism test data obtained were analyzed using a variety of prints on a 5% error level. When the response of the treatment was significantly different then continued with Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) on a level of 5%.

From the results of the study it can be concluded that the application of compound insecticides causes better activity of test insect control compared to single active insecticides. Any use of different concentrations that are increasing is directly proportional to the mortality rate of the test insects, the higher the concentration applied, the higher the level of test insect mortality. Compound insecticides do not cause antagonistic effects and synergistic in killing *M. testulalis* insects.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Sinergisme Aktivitas Insektisida Berbahan Aktif Lufenuron dan Profenofos terhadap Penggerek Polong pada Tanaman Kedelai”.

Dalam penulisan skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng. selaku dosen pembimbing utama atas segala nasihat dan arahan kepada penulis. Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. selaku pembimbing pendamping. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Ayah, ibu, kakak dan adik tersayang atas dukungan dan motivasi yang diberikan. Teman-teman Agroekoteknologi 2011 dan semua pihak yang telah membantu penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

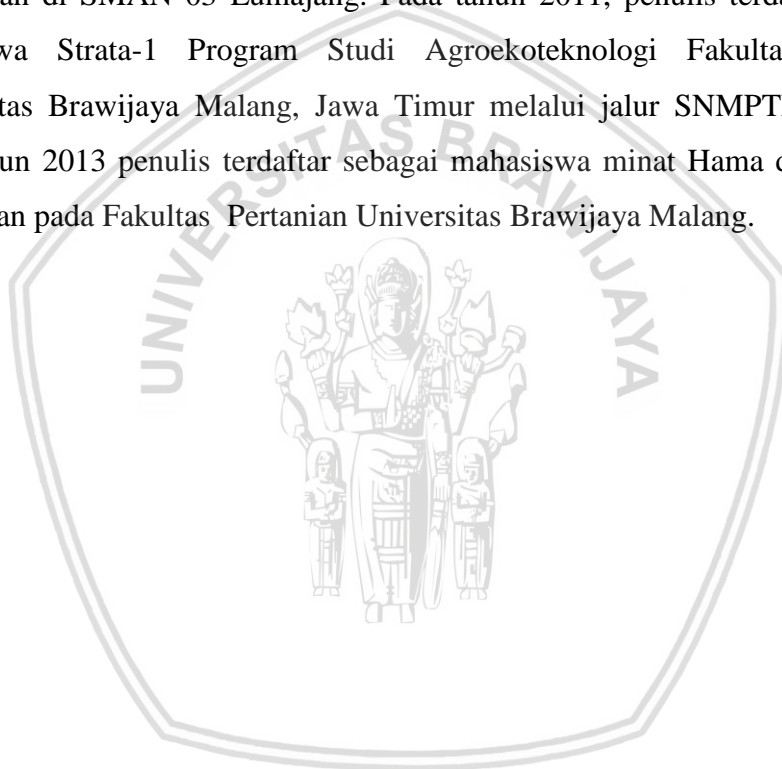
Penulis berharap semoga hasil skripsi ini kedepannya dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dibidang pertanian.

Malang, Agustus 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lumajang pada tanggal 29 April 1993 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari bapak Ngatari dan ibu Jemariyati. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 02 Dadapan Kabupaten Lumajang pada tahun 1999 sampai tahun 2005, kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMPN 01 Gucialit Kabupaten Lumajang pada tahun 2005 hingga tahun 2008. Selanjutnya, pada tahun 2008 sampai dengan tahun 2011 penulis menempuh pendidikan di SMAN 03 Lumajang. Pada tahun 2011, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur SNMPTN Tulis dan pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa minat Hama dan Penyakit Tumbuhan pada Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.



DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
RINGKASAN	iv
SUMMARY	v
KATA PENGANTAR	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
 I. PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	3
Hipotesis	3
Manfaat	3
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
Deskripsi Tanaman Kedelai	4
Klasifikasi	4
Morfologi	4
Syarat tumbuh	5
Kandungan biji kedelai	6
Deskripsi Penggerek Polong Kedelai	6
Biologi	6
Gejala serangan	7
Pestisida	8
Penggolongan pestisida	8
Lufenuron	9
Profenofos	10
Cara kerja pestisida	11

Pencampuran pestisida	11
III. METODE PENELITIAN	
Tempat dan Waktu	13
Alat dan Bahan	13
Metode Penelitian	13
Persiapan serangga uji	13
Persiapan insektisida	13
Uji pendahuluan	13
Uji sinergisme	15
Penentuan sifat aktifitas insektisida majemuk	17
Analisis data	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
Uji Pendahuluan	18
Rerata mortalitas serangga <i>M. testulalis</i>	18
Nilai <i>median lethal concentration</i> 50 (LC ₅₀) masing-masing insektisida	19
Penentuan konsentrasi insektisida hasil uji pendahuluan untuk uji sinergisme	21
Uji Sinergisme	22
Persentase mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> setelah 24 jam perlakuan insektisida lufenuron	22
Persentase mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> setelah 24 jam perlakuan insektisida profenofos	24
Persentase mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> setelah 24 jam perlakuan insektisida majemuk	25
<i>Median lethal concentration</i> (LC ₅₀) dan <i>lethal concentration</i> (LC ₉₅) Insektisida majemuk terhadap serangga <i>M. testulalis</i>	27
Sifat Aktivitas Insektisida Majemuk	30
V. KESIMPULAN	
Kesimpulan	32
Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hubungan mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> dan konsentrasi pestisida lufenuron (LC ₅₀)	20
2.	Hubungan mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> dan konsentrasi pestisida profenofos (LC ₅₀).....	20
3.	Hubungan mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> dan konsentrasi pestisida majemuk (LC ₅₀)	21
4.	Persentase mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> setelah 24 jam perlakuan insektisida lufenuron	23
5.	Persentase mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> setelah 24 jam perlakuan insektisida profenofos	24
6.	Persentase mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> setelah 24 jam perlakuan insektisida majemuk	26
7.	Hubungan mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> dan konsentrasi insektisida lufenuron (LC ₅₀ dan LC ₉₅)	27
8.	Hubungan mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> dan konsentrasi insektisida profenofos (LC ₅₀ dan LC ₉₅)	28
9.	Hubungan mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> dan konsentrasi insektisida majemuk (LC ₅₀ dan LC ₉₅)	29

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Konsentrasi bahan aktif lufenuron, profenofos dan bahan aktif majemuk insektisida yang digunakan untuk perlakuan uji pendahuluan	14
2.	Konsentrasi bahan aktif lufenuron, profenofos dan bahan aktif majemuk insektisida yang digunakan untuk uji sinergisme	16
3.	Rerata mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> setelah aplikasi insektisida	18
4.	Nilai LC ₅₀ insektisida lufenuron, profenofos dan majemuk	19
5.	Konsentrasi insektisida pada uji sinergisme	22
6.	Rerata mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> pada aplikasi insektisida lufenuron	23
7.	Rerata mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> pada aplikasi insektisida profenofos	25
8.	Rerata mortalitas serangga <i>M. testulalis</i> pada aplikasi insektisida majemuk	26
9.	Nilai LC ₅₀ dan LC ₉₅ insektisida lufenuron, profenofos dan majemuk	27
10.	Perhitungan Nisbah Sinergistik (NS) dan penentuan sifat aktivitas insektisida majemuk	31

Lampiran

1.	Analisis ragam mortalitas <i>M. testulalis</i> pada uji pendahuluan . . .	37
2.	Analisis ragam persentase mortalitas <i>M. testulalis</i> pada uji pendahuluan	37
3.	Analisis ragam mortalitas <i>M. testulalis</i> dengan bahan aktif lufenuron	37
4.	Analisis ragam mortalitas <i>M. testulalis</i> dengan bahan aktif profenofos	37
5.	Analisis ragam mortalitas <i>M. testulalis</i> dengan bahan aktif majemuk	37

6.	Perhitungan LC_{50} uji pendahuluan <i>M. testulalis</i> akibat perlakuan insektisida lufenuron dengan analisis probit metode Hsin Chi (1997)	38
7.	Perhitungan LC_{50} uji pendahuluan <i>M. testulalis</i> akibat perlakuan insektisida profenofos dengan analisis probit metode Hsin Chi (1997)	38
8.	Perhitungan LC_{50} uji pendahuluan <i>M. testulalis</i> akibat perlakuan insektisida majemuk dengan analisis probit metode Hsin Chi (1997)	39
9.	Perhitungan uji sinergisme <i>M. testulalis</i> akibat perlakuan insektisida lufenuron dengan analisis probit metode Hsin Chi (1997)	40
10.	Perhitungan uji sinergisme <i>M. testulalis</i> akibat perlakuan insektisida profenofos dengan analisis probit metode Hsin Chi (1997)	40
11.	Perhitungan uji sinergisme <i>M. testulalis</i> akibat perlakuan insektisida majemuk dengan analisis probit metode Hsin Chi (1997)	41



I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kedelai merupakan salah satu komoditas pangan penting yang mendapat perhatian dalam pengembangan setelah padi dan jagung (Pusdatin, 2014). Kontribusi kedelai sebagai bahan pangan sangat dominan dalam menu pangan terutama dikonsumsi dalam bentuk tempe, tahu, kecap, dan susu (Balitkabi, 2006). Konsumsi kedelai dalam negeri terus meningkat setiap tahun yang ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah impor kedelai yang diikuti dengan pertambahan jumlah penduduk. Saat ini konsumsi kedelai per tahun mencapai 2,6 juta ton, sedangkan produksi kedelai nasional terus mengalami penurunan signifikan dari tahun 2009 hingga tahun 2013. Penurunan tersebut mencapai sekitar 20% dari 974.512 ton pada tahun 2009 hingga 779.992 ton pada tahun 2013 (BPS, 2018).

Penggerek polong *Maruca testulalis* Geyer (Lepidoptera: Pyralidae) adalah hama penting dan mempunyai distribusi yang sangat luas di Afrika, Asia dan Amerika latin. Tanaman inang *M. testulalis* antara lain: tanaman kacang kedelai, kacang panjang, kacang hijau, krotalaria dan kacang-kacang lainnya. Di Indonesia penggerek polong tersebar di Jawa dan Sumatera terutama di daerah penghasil kacang panjang dan kacang hijau (Singh, 1990 dalam Pitojo, 2006).

Masalah Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) merupakan pembatas utama dalam usaha peningkatan produksi pertanian. Petani sayuran dalam mengendalikan OPT umumnya masih mengandalkan penggunaan pestisida sintetik (Mujiono *et al.*, 1999). Pestisida sintetik dipilih oleh petani karena harganya murah dan bekerja sangat cepat sehingga hasilnya dapat dilihat langsung (Blay, 2000). Secara umum pestisida didefinisikan sebagai senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh hama termasuk serangga, hewan pengerat, jamur dan tanaman yang tidak diinginkan (gulma). Pestisida digunakan dalam kesehatan masyarakat untuk membunuh vektor penyakit seperti nyamuk, sedangkan dalam pertanian digunakan untuk membunuh hama yang merusak tanaman (Sani dan Indraningsih, 2005).

Pestisida merupakan pilihan utama cara mengendalikan hama, penyakit dan gulma karena membunuh langsung jasad pengganggu. Kegiatan mengendalikan jasad

pengganggu merupakan pekerjaan yang memakan banyak waktu, tenaga dan biaya. Keefektifan pestisida dapat diandalkan, penggunaannya mudah, tingkat keberhasilannya tinggi, ketersediaannya mencukupi dan mudah didapat serta biayanya relatif murah. Manfaat pestisida memang terbukti besar, sehingga muncul kondisi ketergantungan bahwa pestisida adalah faktor produksi penentu tingginya hasil dan kualitas produk, seperti yang tercermin dalam setiap paket program atau kegiatan pertanian yang senantiasa menyertakan pestisida sebagai bagian dari input produksi (Wahyuni, 2010).

Pengendalian hama di perkebunan banyak menggunakan bahan aktif insektisida tunggal. Penggunaan insektisida berbahan aktif tunggal yang diaplikasikan terus-menerus dapat menimbulkan permasalahan resistensi pada hama (Metcalf, 1989). Salah satu cara yang dapat diupayakan untuk menanggulangi resistensi hama terhadap insektisida adalah dengan menggunakan campuran dua jenis atau lebih bahan aktif insektisida (insektisida majemuk) yang cara kerjanya berbeda (Georghiou, 1983). Penggunaan insektisida majemuk dapat meningkatkan efisiensi aplikasi (Stone *et al.*, 1988). Penggunaan insektisida majemuk biasanya menggunakan takaran yang lebih rendah dibandingkan dengan takaran dari masing-masing komponennya secara terpisah. Campuran bahan aktif insektisida majemuk dapat memiliki sifat kerja meracun yang sinergisme. Selain itu, dalam menggunakan pestisida harus dilakukan secara bijaksana dan mengetahui sifat-sifat kimia, cara kerja serta residu yang ditimbulkan terhadap lingkungan dari pestisida yang akan digunakan (Syahputra, 2011).

Keuntungan utama penggunaan pestisida yang berlainan cara kerjanya adalah meningkatkan keefektifan, mengurangi jumlah pestisida, dan menekan potensi timbulnya OPT resisten. Sebaliknya, risiko penggunaan pestisida campuran adalah dapat menimbulkan keracunan pada tanaman (fitotoksik) dan menurunkan keefektifan karena jenis pestisida yang digunakan bersifat antagonis. Pencampuran pestisida yang berlainan cara kerjanya dapat dilakukan dengan mencampurkan produk atau formula pestisida dalam tangki semprot (*tank mixed*) lalu diaplikasikan pada satu waktu, secara bergantian (rotasi) pada satu musim tanam, atau dibuat formula yang mengandung berlainan bahan aktif (*formula mixed*) (Cloyd, 2011).

Penggunaan pestisida yang bijaksana banyak menguntungkan manusia, seperti meningkatnya produksi tanaman dan ternak karena menurunnya gangguan hama dan penyakit pada tanaman (OPT), terjaminnya kesinambungan pasokan makanan dan pakan karena hasil panen meningkat, serta meningkatnya kesehatan, kualitas dan harapan hidup manusia akibat tersedianya bahan makanan bermutu dan perbaikan lingkungan. Namun, harus diakui bahwa dampak negatif penggunaan pestisida yang tidak bijaksana terhadap kesehatan dan lingkungan sudah banyak dipublikasi sehingga berbagai upaya untuk meminimalkan dampak negatifnya perlu dilakukan (Cooper dan Dobson, 2007).

Penelitian ini melakukan uji sinergisme aktivitas insektisida berbahan aktif lufenuron 50 gr/lit dan profenofos 500 gr/lit terhadap hama penggerek polong pada tanaman kedelai.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji sifat sinergisme insektisida berbahan aktif majemuk dan insektisida berbahan aktif tunggal pada penggerek polong.

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Penggunaan konsentrasi insektisida secara majemuk menyebabkan tingkat mortalitas penggerek polong yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi insektisida secara tunggal.
2. Aktivitas insektisida secara majemuk bersifat sinergistik.

Manfaat

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat maupun petani dalam upaya menekan perkembangan hama penggerek polong pada tanaman kedelai dengan menggunakan insektisida serta mengetahui konsentrasi insektisida yang efektif dalam mengendalikan penggerek polong.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Deskripsi Tanaman Kedelai

Klasifikasi

Kedelai telah dibudidayakan sejak abad ke-17 dan telah ditanam di berbagai daerah di Indonesia. Daerah utama penanaman kedelai adalah Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Aceh, Lampung, Sulawesi Selatan, dan Nusa Tenggara Barat (Kasno, 1992). Sistematika tanaman kedelai adalah sebagai berikut: Kerajaan: Spermatophyte, Subdivisi: Angiospermae, Kelas: Dicotyledonae, Subkelas: Archihlamydae, Bangsa: Rosales, Suku: Leguminosae, Marga: Glycine, Jenis: *Glycine max* (L) Merrill (Pitojo, 2003).

Secara umum tanaman kedelai yang dibudidayakan memiliki kedekatan spesies dengan kedelai liar, misalnya: *G. cladesina* dan *G. usuriesnsis*. Indonesia mengenal kedelai dengan beberapa nama lokal, yaitu: kedele, kacang jepung, kacang bulu, gadela, dan demokam (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Komponen utama yang mendukung morfologi pertumbuhan yang optimal pada tanaman kedelai adalah: akar, daun, batang, bunga, polong, dan biji. Biji kedelai terbagi menjadi dua bagian utama yaitu: kulit biji dan janin atau embrio (Suprpto, 2002). Biji kedelai mampu menyerap air cukup banyak sehingga menyebabkan beratnya menjadi dua kali lipat. Ketebalan kulit biji kedelai berpengaruh pada sifat yang keras dan daya serap air, sehingga biji kedelai yang kering akan berkecambah apabila memperoleh air yang cukup (Inawati, 2000).

Morfologi

Akar. Akar kedelai adalah akar tunggang. Pada tanah gembur akar kedelai dapat mencapai kedalaman 150 cm. Pada tanah yang mengandung *Rhizobium*, bintil akar mulai terbentuk sekitar 15-20 hari setelah tanam. Perakaran tanaman kedelai mempunyai kemampuan membentuk bintil-bintil (nodula-nodula) akar. Bintil-bintil akar bentuknya bulat atau tidak beraturan yang merupakan koloni dari bakteri *Rhizobium japonicum* (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Batang. Kedelai termasuk golongan tanaman semak yang memiliki batang setinggi 30-100 cm. Batang kedelai memiliki ruas-ruas dan percabangan 3-6 cm

cabang. Tipe pertumbuhan kedelai terdiri atas tiga macam yaitu: determinate, semideterminate, dan indeterminate (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Daun. Kedelai memiliki ciri-ciri daun yang khas yaitu helai daun (lamina) berbentuk oval dan tata letaknya pada tangkai daun bersifat majemuk berdaun tiga (*trifoliolatus*). Daun ini berfungsi sebagai alat untuk proses asimilasi, respirasi, dan transpirasi (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Bunga. Tanaman kedelai adalah tanaman yang memiliki bunga yang sempurna (*hermaphrodite*), yaitu pada tiap kuntum bunga terdapat alat kelamin betina (putik) dan kelamin jantan (benang sari). Penyerbukannya bersifat menyerbuk sendiri (*self pollinated*). Buah kedelai disebut polong yang tersusun tiap rangkaian buah (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Buah. Buah tanaman kedelai disebut polong yang tersusun tiap rangkaian buah. Tiap polong kedelai berisi 1-4 biji. Jumlah polong pertanaman tergantung dari varietas kedelai, kesuburan tanah, dan jarak tanam yang digunakan. Kedelai yang ditanam pada tanah subur umumnya dapat menghasilkan 100-200 polong/pohon (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Biji. Biji kedelai memiliki bentuk, ukuran dan warna yang bervariasi tergantung dengan varietasnya. Bentuk biji bulat lonjong, bulat dan bulat agak pipih. Warna biji berwarna putih, kuning, hijau, coklat hingga berwarna kehitaman. Ukuran biji kedelai memiliki ukuran kecil, sedang dan besar. Namun, di beberapa negara memiliki ukuran sekitar 25 gr/100 biji, sehingga dikatakan biji dengan kategori berukuran besar (Hidayat, 2000).

Syarat tumbuh

Iklim. Tanaman kedelai beriklim tropis dan subtropis. Tanaman kedelai dapat tumbuh baik di daerah yang mendapat curah hujan sekitar 100-400 mm/bulan. Tanaman kedelai membutuhkan curah hujan antara 100-200 mm/bulan untuk mendapatkan hasil optimal. Suhu yang dikehendaki tanaman kedelai antara 21-34°C, akan tetapi suhu optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai 23-27°C. Pada proses perkecambahan benih kedelai memerlukan suhu yang cocok sekitar 30°C (Suhaeni, 2007).

Tanah. Tanaman kedelai tumbuh baik pada tanah alluvial, regosol, grumosol, latosol. Toleransi keasaman tanah sebagai syarat tumbuh bagi kedelai adalah 5,8-7,0 tetapi pada pH 4,5 kedelai dapat tumbuh. Pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhan sangat terlambat karena keracunan aluminium. Pertumbuhan bakteri bintil dan proses nitrifikasi (proses oksidasi amoniak menjadi nitrit atau proses pembusukan) akan berjalan kurang baik (Suhaeni, 2007).

Kandungan biji kedelai

Kedelai merupakan sumber protein, lemak serta sebagai sumber vitamin A, E, K, beberapa jenis vitamin B dan mineral K, Fe, Zn, dan P. Kadar protein kacang-kacangan berkisar antara 20-25%, sedangkan pada kedelai mencapai 40%. Kadar protein dalam produk kedelai bervariasi, misalnya: tepung kedelai 50%, konsentrat protein kedelai 70% dan isolate protein kedelai 90% (Winarsih, 2010).

Deskripsi Penggerek Polong Kedelai

Biologi

Klasifikasi hama penggerek polong tergolong dalam Kerajaan: Animalia, Filum: Arthropoda, Kelas: Insekta, Ordo: Lepidoptera, Family: Pyralidae, Genus: *Marucca*, Spesies: *Marucca testulalis* (Geyer) (Borror *et al.*, 1979).

Telur diletakkan berkelompok pada daun, bunga, atau polong. Satu kelompok telur terdiri dari 2-4 butir telur. Telur berbentuk lonjong agak pipih dan berwarna putih kekuningan agak bening. Stadium telur berlangsung 2-3 hari. Pada stadium larva berwarna putih kekuningan dengan bintik-bintik cokelat gelap pada bagian punggungnya. Panjang larva instar terakhir sekitar 18,5 mm. Pada stadium larva berlangsung antara 10-15 hari. Pupa terbentuk di dalam tanah atau di dalam polong. Tubuh pupa berwarna cokelat dan panjang kira-kira 13,5 mm. Stadium pupa berlangsung antara 7-10 hari (Harahap, 1994).

Larva berwarna putih kekuningan dan panjangnya mencapai 18 mm. Setiap segmen terdiri dari bintik-bintik gelap di sepanjang tubuhnya yang terletak pada bagian permukaan punggungnya. Kepalanya berwarna cokelat gelap hingga hitam (Parker *et al.*, 1995).

Telur berbentuk oval dan berwarna kuning dan terletak pada bunga dan polong. Larva berwarna putih kehijauan. Imago berwarna coklat pada sayap depan dengan tanda bintik putih dan di belakang sayap berwarna putih tidak beraturan (Sianturi, 2009).

Gejala serangan

Gejala serangan hama ini tampak pada bunga dan bakal polong yang rusak dan kemudian gugur. Satu ekor larva selama hidupnya dapat merusak 4-6 bunga pertanaman. Gerekkan pada polong menyebabkan biji-biji di dalam polong menjadi rusak, kulit polong berlubang, dan dari lubang ini keluar serbuk gerek yang basah bercampur kotoran larva yang berwarna coklat (Harahap, 1994).

Larva menggerok daun, tunas, dan biji dan merusak pada bagian dalam. Ulat juga melubangi polong dan memakan biji yang telah matang. Pada polong terdapat kotoran larva (Sianturi, 2009).

Penggerok polong *M. testulalis* menyerang bunga, tunas, dan buah polong dari sejumlah tanaman kacang. Penyebarannya berada di kawasan tropis. Larva muda lebih suka pada kuncup bunga tempat dia makan. Larva ini juga memakan tunas, dan buah polong muda, dan memakan daunnya. Larva berwarna kehijauan dengan kepala yang berwarna coklat dan hitam dan panjangnya mencapai 16 mm. Pupa ditemukan di tanah dengan kokon sutera (Kalshoven, 1981).

Hama seperti makhluk hidup lainnya perkembangannya dipengaruhi oleh faktor-faktor iklim baik langsung maupun tidak langsung. Temperatur, kelembaban udara relative dan fotoperiodisitas berpengaruh langsung terhadap siklus hidup, keperidian, lama hidup, serta kemampuan diapause serangga. Pengaruh tidak langsung adalah pengaruh faktor iklim terhadap vigor dan fisiologi tanaman inang, yang akhirnya mempengaruhi ketahanan tanaman terhadap hama. Temperatur berpengaruh terhadap sintesis senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid yang berpengaruh terhadap ketahanannya terhadap hama. Pengaruh tidak langsung adalah kaitannya dengan musuh alami hama baik predator, parasitoid, dan patogen (Wiyono, 2007).

Pestisida

Pestisida adalah substansi kimia yang digunakan untuk mengendalikan perkembangan atau pertumbuhan dari hama, penyakit dan gulma. Bagi para petani hama digolongkan dalam serangga atau tungau yang merusak tanaman, tikus yang memakan bahan simpanan dan tanaman muda, burung yang memakan biji di lahan. Penyakit digolongkan patogen tanaman yang disebabkan oleh jamur, bakteri, virus, dan nematoda. Gulma yang bersaing dengan tanaman untuk memperoleh nutrisi, selain itu gulma juga menghambat aliran irigasi (Ware, 1982). Penggunaan pestisida di dalam pertanian mempunyai peranan yang sangat penting untuk meningkatkan produksi pertanian. Peranan pestisida telah mampu menyelamatkan paling tidak sepertiga dari kehilangan hasil akibat dari serangan hama dan penyakit (Sastroutomo, 1992).

Penggolongan pestisida. Berdasarkan struktur kimianya pestisida dapat digolongkan menjadi: golongan organochlorin, golongan organophosfat, golongan carbamat, senyawa dinitrofenol, pyretroid, fumigan, petroleum dan antibiotik (Depkes RI, 2003).

- 1) Golongan organochlorin misalnya: DDT, Dieldrin dan Endrin. Umumnya golongan ini mempunyai sifat racun yang universal, degradasinya berlangsung sangat lambat larut dalam lemak.
- 2) Golongan organophosfat misalnya: diazinon dan basudin. Golongan ini mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: merupakan racun yang tidak selektif degradasinya berlangsung lebih cepat atau kurang persisten di lingkungan, menimbulkan resisten pada berbagai serangga dan memusnahkan populasi predator dan serangga parasit, lebih toksik terhadap manusia dari pada organoklor.
- 3) Golongan carbamat termasuk baygon dan bayrusil. Golongan ini mempunyai sifat sebagai berikut: mirip dengan sifat pestisida organophosfat, tidak terakumulasi dalam sistem kehidupan, degradasi tetap cepat diturunkan dan dieliminasi namun pestisida ini aman untuk hewan, tetapi toksik yang kuat untuk tawon.

- 4) Senyawa dinitrofenol misalnya: morocidho 40 EC. Salah satu pernafasan dalam sel hidup melalui proses pengubahan ADP (Adenosine-5-diphosphate) dengan bantuan energi sesuai dengan kebutuhan dan diperoleh dari rangkaian pengaliran elektronik potensial tinggi ke yang lebih rendah sampai dengan reaksi proton dengan oksigen dalam sel. Berperan memacu proses pernafasan sehingga energi berlebihan dari yang diperlukan, akibatnya menimbulkan proses kerusakan jaringan.
- 5) Pyretroid salah satu insektisida tertua di dunia, merupakan campuran dari beberapa ester yang disebut pyretrin yang diekstraksi dari bunga dari genus *Chrysanthemum*. Jenis pyretroid yang relatif stabil terhadap sinar matahari adalah: deltametrin, permetrin, fenvalerate. Sedangkan jenis pyretroid yang sintetis yang stabil terhadap sinar matahari dan sangat beracun bagi serangga adalah: difetrin, sipermetrin, fluvalinate, siflutrin, fenpropatrin, tralometrin, sihalometrin, flusitrate.
- 6) Fumigan adalah senyawa atau campuran yang menghasilkan gas atau uap atau asap untuk membunuh serangga, cacing, bakteri, dan tikus. Biasanya fumigan merupakan cairan atau zat padat yang mudah menguap atau menghasilkan gas yang mengandung halogen yang radikal (Cl, Br, F), misalnya: chlorofikrin, ethylendibromide, naftalene, metylbromide, formaldehid, fostin.
- 7) Petroleum minyak bumi yang dipakai sebagai insektisida dan miksida. Minyak tanah yang juga digunakan sebagai herbisida.
- 8) Antibiotik misalnya senyawa kimia seperti penicillin yang dihasilkan dari mikroorganisme ini mempunyai efek sebagai bakterisida dan fungisida.

Lufenuron. Lufenuron dipublikasikan pertama kali pada tahun 1989 dan dipasarkan pada tahun 1990. Insektisida dan akarisida benzoilurea ini bekerja sebagai racun perut dengan cara kerja menghambat sintesis kitin sehingga serangga yang memakannya tidak bisa bermetamorfosa dan berhenti makan. Lufenuron diaplikasikan untuk mengendalikan Lepidoptera, Coleoptera, kutu kebul, serta beberapa tungau pada sayuran, buah-buahan, dan tanaman lainnya.

Insektisida yang menghambat pembentukan kitin adalah dari golongan benzoilurea seperti lufenuron, diflubenzuron (Dimilin), teflubenzuron (Nomolt)

dan hexaflumuron (Sentricon). Kitin adalah komponen utama eksoskeleton serangga. Terganggunya proses pembentukan kitin larva tidak dapat melanjutkan pertumbuhannya secara normal dan akhirnya mati (Sudarmo, 1991).

Profenofos. Profenofos merupakan salah satu insektisida golongan organofosfat yang mempunyai toksisitas sedang dengan gugus halida dalam struktur molekulnya. Insektisida ini merupakan racun kontak dan lambung berspektrum luas. Nama IUPAC dari profenofos adalah O-(4-bromo-2-chlorophenyl)-O-ethyl-S-propyl phosphorothioate (C₁₁H₁₅O₃PSBrCl) (Irie, 2007).

Profenofos diperkenalkan oleh Ciba-Geigy pada tahun 1975 sebagai insektisida untuk mengendalikan hama sayuran dan kapas (Cremlyn, 1991). Insektisida profenofos ini diaplikasikan pada tanaman kapas, mangga, manggis, kubis, sayuran buah seperti tomat dan cabai, dan kacang. Di Indonesia, profenofos pada umumnya diaplikasikan pada cabai dan tomat. Di Indonesia pestisida yang berbahan aktif profenofos pada cabai merah diaplikasikan dengan konsentrasi penyemprotan 0,025-0,15 kg ai/hl dengan waktu aplikasi sesuai kebutuhan (Irie, 2007).

Profenofos berbentuk cair dengan warna kuning pucat, dengan titik didih 110°C (0,001 mmHg) dan tekanan uap 1,3 mPA pada suhu 20°C. Massa jenis profenofos adalah 1,455 gr/cm³ pada suhu 20°C. Kelarutan profenofos dalam air sebesar 20 mg/lt, tetapi insektisida tersebut lebih mudah larut dalam pelarut organik. Profenofos terhidrolisis pada suhu 20°C dan sifat racunnya akan hilang sebesar 50% dalam waktu 93 hari pada pH 5, dalam waktu 14,6 hari pada pH 7, dan dalam waktu 5,7 hari pada pH 9 (Worthing, 1991).

Organofosfat adalah insektisida yang menghambat aktivitas enzim asetil kolinesterase (AChE) yang mengakibatkan akumulasi asetilkolin (Ach). Asetilkolin yang ditimbulkan dalam sistem saraf pusat (SSP) akan menginduksi tremor dan inkoordinasi. Daya afinitas insektisida ini mampu mengikat enzim AChE sehingga asetilkolin sebagai penghantar impuls rangsangan dari pre ke post sinaps (*neurotransmitter*) kerjanya lebih berat karena tidak dapat dipecah oleh enzim AChE. Beberapa organofosfat larut dalam air, mengakibatkan keracunan sistemik pada serangga dan mamalia (Frank, 1995).

Cara kerja pestisida. Cara kerja pestisida adalah kemampuan pestisida dalam mematikan hama atau penyakit sasaran menurut cara masuknya bahan beracun ke jasad hama atau penyakit sasaran dan menurut sifat dari bahan kimia tersebut. Berdasarkan cara masuknya ke dalam jasad sasaran, insektisida digolongkan menjadi: racun perut atau lambung, racun kontak, racun nafas, racun saraf, racun protoplasmik, dan racun sistemik (Gigih, 2011).

- 1) Racun perut atau lambung merupakan bahan beracun pestisida yang dapat merusak sistem pencernaan jika tertelan oleh serangga.
- 2) Racun kontak merupakan bahan beracun pestisida yang dapat membunuh atau mengganggu perkembangbiakan serangga, jika bahan beracun tersebut mengenai tubuh serangga.
- 3) Racun nafas merupakan bahan racun pestisida yang biasanya berbentuk gas atau bahan lain yang mudah menguap (fumigan) dan dapat membunuh serangga jika terhisap oleh sistem pernafasan serangga.
- 4) Racun saraf merupakan pestisida yang cara kerjanya mengganggu sistem saraf serangga sasaran.
- 5) Racun protoplasmik merupakan racun yang bekerja dengan cara merusak protein dalam sel tubuh serangga sasaran.
- 6) Racun sistemik merupakan bahan racun pestisida yang masuk ke dalam sistem jaringan tanaman dan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman, sehingga bila dihisap, dimakan atau mengenai serangga sasarannya bisa meracuni. Jenis pestisida tertentu hanya menembus ke jaringan tanaman (translaminar) dan tidak akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman.

Pencampuran pestisida. Aplikasi pestisida terkadang harus dicampur dengan surfaktan. Pencampuran ini boleh dilakukan sejauh dalam kemasan tidak disebutkan larangan pencampuran. Dua macam pestisida bila dicampur dapat menimbulkan interaksi sinergistik, aditif, atau antagonistik. Pestisida bila dicampur menimbulkan interaksi antagonistik berarti pestisida tersebut tidak boleh dicampur. Hal lain yang perlu dipertimbangkan adalah sifat asam basanya. Pestisida yang sama-sama bersifat asam atau sama-sama bersifat basa tidak akan membentuk senyawa garam. Timbulnya senyawa garam dapat menimbulkan

penurunan daya bunuh. Pencampuran pestisida dari dua atau lebih jenis pestisida dapat dipastikan dengan memperhatikan label kemasan. Pestisida dapat dicampur dengan sifat yang sama yaitu asam atau basa. Asam basa suatu larutan dapat diketahui dengan menggunakan kertas lakmus (Wudianto, 2005).



III. METODOLOGI

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Toksikologi Pestisida, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, pada bulan Januari 2018 hingga Juni 2018.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: toples atau wadah plastik, kuas, gunting, pinset, alat hitung, mikro pipet, gelas ukur, pengaduk, kertas label, lup, mikroskop, kain kasa, sangkar. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah insektisida berbahan aktif lufenuron dan profenofos yang diaplikasikan secara tunggal dan majemuk, perekat, aquades, dan polong kedelai serta serangga uji yang digunakan adalah penggerek polong berjumlah 30 ekor untuk setiap perlakuan.

Metode Penelitian

Persiapan serangga uji. Serangga uji yang digunakan adalah larva hama penggerek polong kedelai *M. testulalis* yang diambil dari pertanaman kedelai yang berlokasi di Balai Benih Palawija Desa Lebaksari, Kecamatan Wonorejo, Kabupaten Pasuruan.

Persiapan insektisida. Insektisida yang akan diuji meliputi insektisida majemuk berbahan aktif lufenuron 50 gr/lit dan profenofos 500 gr/lit serta lufenuron dan profenofos secara tunggal.

Uji pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan konsentrasi ambang bawah (LC_5) yaitu konsentrasi yang dapat menyebabkan mortalitas sebanyak 5% serangga uji dan ambang tengah (LC_{50}) yaitu konsentrasi yang dapat menyebabkan mortalitas sebanyak 50% serangga uji serta ambang atas (LC_{95}) yaitu konsentrasi yang dapat menyebabkan mortalitas sebanyak 95% serangga uji. Kisaran LC_5 , LC_{50} , dan LC_{95} ditentukan dengan ditetapkan lima tingkat konsentrasi perlakuan dari insektisida yang akan diuji ditambah satu perlakuan kontrol (Tabel 1). Pada tiap perlakuan digunakan perekat sebagai perata dengan konsentrasi 0,1 ml/lit.

Tabel 1. Konsentrasi bahan aktif lufenuron, profenofos dan bahan aktif majemuk insektisida yang digunakan untuk perlakuan uji pendahuluan

Jenis Insektisida	Konsentrasi ml/l				
	1	2	3	4	5
Lufenuron	2	1	0,5	0,25	0,125
Profenofos	2	1	0,5	0,25	0,125
Lufenuron dan profenofos	2	1	0,5	0,25	0,125
Kontrol dengan Aquades	0	0	0	0	0

Jumlah perlakuan pada uji pendahuluan adalah 16 perlakuan (Tabel 1) dan jumlah serangga uji tiap perlakuan adalah 30 ekor. Cara perlakuan insektisida yang digunakan adalah metode semprot. Polong kedelai yang digunakan adalah polong kedelai yang disemprot dengan insektisida.

Uji pendahuluan dipersiapkan 16 toples yang bersih sebagai tempat uji serta kain kasa dan karet gelang sebagai tutup dan tali tempat uji. Polong kedelai yang digunakan sebagai pakan serangga uji ditempatkan kedalam 16 toples. Pada masing-masing toples ditempatkan polong kedelai berjumlah 60 buah dan 30 ekor penggerek polong. Kemudian dilakukan penyemprotan larutan insektisida yang berbahan aktif lufenuron, profenofos dan kombinasi lufenuron dengan profenofos, masing-masing dengan konsentrasi 2 ml/l, 1 ml/l, 0,5 ml/l, 0,25 ml/l, dan 0,125 ml/l serta pada kontrol menggunakan aquades. Pengamatan mortalitas penggerek polong dilakukan setiap hari sampai lima hari setelah aplikasi. Insektisida yang cara kerjanya cepat pengamatan dilakukan pada 24 dan 48 jam setelah pemaparan (*exposure*), sedangkan untuk insektisida yang cara kerjanya lambat pengamatan dilakukan setiap hari sampai lima hari.

Persentase mortalitas penggerek polong pada setiap perlakuan dihitung hingga pengamatan terakhir. Persentase mortalitas di hitung dengan menggunakan rumus menurut Busvine (1971) yaitu:

$$P = \frac{x}{y} \times 100$$

yang P merupakan presentase mortalitas, x merupakan jumlah larva yang mati dan y merupakan jumlah larva yang diamati.

Apabila pada kontrol terdapat serangga yang mati, maka mortalitas serangga pada perlakuan dikoreksi dengan menggunakan rumus Abbott (Busvine, 1971) yaitu:

$$P = \frac{Po - Pc}{100 - Pc} \times 100\%$$

yang P merupakan Persentase serangga yang mati setelah dikoreksi, Po merupakan serangga yang mati pada perlakuan insektisida dan Pc merupakan persentase serangga yang mati pada kontrol.

Kesimpulan hasil uji pendahuluan yaitu nilai LC₉₅ ditetapkan berdasarkan persentase mortalitas penggerek polong dengan nilai mortalitas mendekati 95%. Konsentrasi formulasi insektisida yang diuji dengan nilai mortalitas mendekati 95% digunakan sebagai batas atas dari konsentrasi formulasi insektisida yang akan diuji pada uji sinergisme. Nilai LC₅₀ ditetapkan berdasarkan persentase mortalitas penggerek polong dengan nilai mortalitas mendekati 50%. Konsentrasi formulasi insektisida yang diuji dengan nilai mortalitas mendekati 50% digunakan sebagai ambang tengah dari konsentrasi formulasi insektisida yang akan diuji pada uji sinergisme. Sedangkan, nilai LC₅ ditetapkan berdasarkan persentase mortalitas penggerek polong dengan nilai mortalitas mendekati 5%. Konsentrasi formulasi insektisida yang diuji dengan nilai mortalitas mendekati 5%, digunakan sebagai batas bawah dari konsentrasi formulasi insektisida yang akan diuji pada uji sinergisme.

Uji sinergisme

Pada uji sinergisme terdapat lima tingkatan konsentrasi perlakuan yang ditentukan berdasarkan uji pendahuluan ditambah satu perlakuan kontrol. Pada tiap perlakuan digunakan perekat sebagai perata dengan konsentrasi 0,5 ml/lt. Jumlah perlakuan adalah 16 dan diulang sebanyak 3 kali tiap perlakuan (Tabel 2) dengan terdapat rancangan satuan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok. Jumlah serangga uji tiap perlakuan adalah 30 ekor. Cara perlakuan insektisida yang digunakan adalah metode semprot. Polong kedelai yang digunakan adalah polong kedelai yang disemprot dengan insektisida.

Tabel 2. Konsentrasi bahan aktif lufenuron, profenofos dan bahan aktif majemuk insektisida yang digunakan untuk uji sinergisme

Jenis Insektisida	Konsentrasi (ppm)				
	1	2	3	4	5
Lufenuron	344	172	86	43	22
Profenofos	196	98	49	25	13
Lufenuron dan profenofos	208	104	52	26	13
Kontrol dengan Aquades	0	0	0	0	0

Uji sinergisme dipersiapkan 16 toples yang bersih sebagai tempat uji serta kain kasa dan karet gelang sebagai tutup dan tali tempat uji. Polong kedelai yang akan digunakan sebagai pakan serangga uji ditempatkan kedalam 16 toples. Pada masing-masing toples ditempatkan polong kedelai berjumlah 60 buah dan 30 ekor penggerek polong. Kemudian dilakukan penyemprotan larutan insektisida yang berbahan aktif lufenuron, profenofos, dan kombinasi lufenuron dengan profenofos yang sudah ditetapkan berdasarkan uji pendahuluan serta pada kontrol menggunakan aquades. Pengamatan mortalitas penggerek polong dilakukan pada 24, 48 dan 72 jam setelah aplikasi.

Persentase mortalitas penggerek polong pada setiap perlakuan dihitung hingga pengamatan terakhir. Persentase mortalitas di hitung dengan menggunakan rumus menurut Basvine (1971) yaitu:

$$P = \frac{x}{y} \times 100$$

yang P merupakan presentase mortalitas, x merupakan jumlah larva yang mati dan y merupakan jumlah larva yang diamati.

Apabila pada kontrol terdapat serangga yang mati, maka mortalitas serangga pada perlakuan dikoreksi dengan menggunakan rumus Abbott (Busvine, 1971) yaitu:

$$P = \frac{Po-Pc}{100-Pc} \times 100\%$$

yang P merupakan Persentase serangga yang mati setelah dikoreksi, Po merupakan serangga yang mati pada perlakuan insektisida dan Pc merupakan

persentase serangga yang mati pada kontrol. Apabila mortalitas serangga uji pada kontrol $\geq 5\%$ maka pengujian harus diulang. Penetapan nilai LC_{95} insektisida yang diuji dilakukan dengan analisis probit menurut Finney (Busvine, 1971).

Penentuan sifat aktivitas insektisida majemuk. Penentuan sifat aktivitas insektisida majemuk dilakukan dengan cara kerja bersama serupa. Cara tersebut dilakukan untuk mengetahui nilai nisbah sinergistik dari campuran formulasi yang terdiri atas dua golongan insektisida, misalnya campuran dari dua insektisida dari golongan yang sama yang memiliki sifat kerja bersama serupa. Nilai nisbah sinergistik dapat dihitung menggunakan rumus menurut Prijono (2002) yaitu:

$$NS = \frac{LC_{95} \text{ Tunggal}}{LC_{95} \text{ majemuk}}$$

yang NS merupakan nisbah sinergistik, Jika nilai NS lebih besar atau sama dengan 1 maka bersifat sinergistik dan jika nilai NS kurang dari 1 maka bersifat antagonistik (Prijono, 2002).

Analisis Data

Data yang diperoleh dari uji sinergisme insektisida pada penggerek polong tanaman kedelai dianalisis dengan menggunakan sidik ragam pada taraf kesalahan 5%. Apabila respon dari perlakuan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf nyata 5%. Data mortalitas dianalisis dengan menggunakan analisis probit menggunakan program Hsin Chi (1997) untuk mengetahui *Median Lethal Concentration* (LC_{50}).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Pendahuluan

Rerata mortalitas serangga *M. testulalis*. Rerata mortalitas serangga *M. testulalis* setelah aplikasi insektisida berbahan aktif lufenuron, profenofos, dan majemuk dengan konsentrasi berbeda berpengaruh terhadap mortalitas serangga *M. testulalis*. Hal ini diduga bahwa perbedaan konsentrasi insektisida pada setiap perlakuan berpengaruh terhadap mortalitas serangga *M. testulalis*. Rerata mortalitas serangga *M. testulalis* setelah aplikasi insektisida (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata mortalitas serangga *M. testulalis* setelah aplikasi insektisida

No	Perlakuan	Konsentrasi (ml/l)	Rata-rata Larva Mati	Rerata Mortalitas (%)
1	Kontrol	0	0	0 a
2	Lufenuron	2	29,67	98,89 f
		1	29,33	97,78 f
		0,5	25	83,33 de
		0,25	23	76,67 cd
		0,125	18,67	62,22 b
3	Profenofos	2	29,33	97,78 f
		1	27,33	91,11 f
		0,5	26	86,67 de
		0,25	24,33	81,11 de
		0,125	20	66,67 bc
4	Majemuk (lufenuron dan profenofos)	2	30	100 f
		1	29,33	97,78 f
		0,5	26,67	88,89 ef
		0,25	25,67	85,56 de
		0,125	24,33	81,11 de

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Rerata mortalitas tertinggi terjadi pada konsentrasi 2 ml/l pada masing-masing perlakuan, sedangkan rerata mortalitas terendah terjadi pada konsentrasi 0,125 ml/l pada masing-masing perlakuan. Berdasarkan data tersebut, hubungan antara konsentrasi insektisida dengan mortalitas serangga adalah berbanding lurus, yaitu semakin tinggi konsentrasi insektisida maka semakin efektif dalam menekan populasi hama. Hubungan yang erat antara konsentrasi insektisida dengan mortalitas ini diduga berkaitan dengan beban racun yang terdapat dalam serangga.

Menurut Gunandini (2002), menyatakan bahwa serangga mendapat konsentrasi racun yang tinggi yang berarti bekerjanya lebih cepat dalam menekan aktifitas sistem saraf serangga, selain itu lebih cepat juga dalam memparalisis bahkan mematikan serangga apabila dibandingkan serangga yang mendapat perlakuan dengan konsentrasi yang lebih rendah.

Rata-rata mortalitas semua perlakuan insektisida lebih besar dibandingkan dengan nilai standar deviasi, hal ini mengindikasikan bahwa hasil yang didapatkan bersifat baik dan penyebaran data bersifat normal. Standar deviasi adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat atau derajat variasi kelompok data dari rata-ratanya dan digunakan untuk memperlihatkan seberapa besar perbedaan data yang ada (Purwanto dan Suharyadi, 2007).

Nilai median lethal concentration 50 (LC₅₀) masing-masing insektisida.

Nilai LC₅₀ insektisida lufenuron, profenofos dan majemuk (Tabel 4).

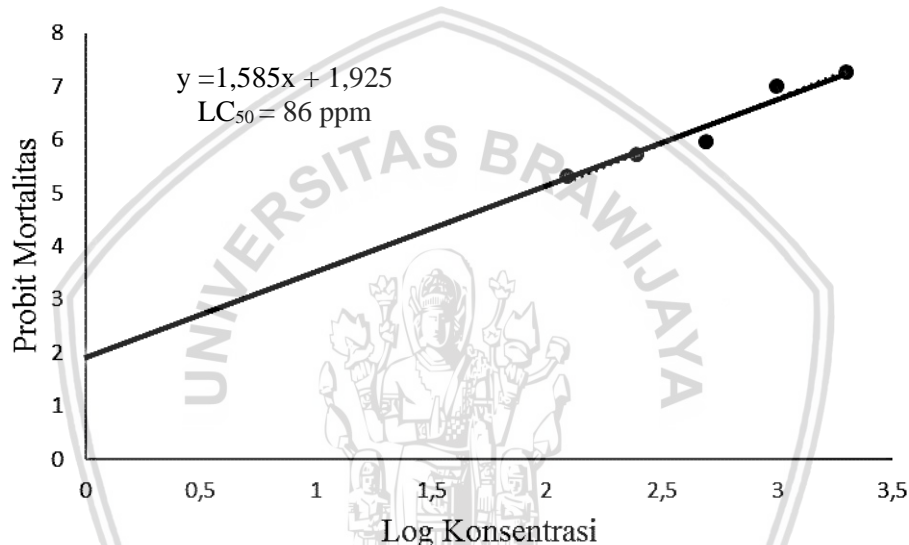
Tabel 4. Nilai LC₅₀ insektisida lufenuron, profenofos dan Majemuk

Jenis Insektisida	Nilai LC ₅₀ (ppm)	Persamaan Regresi	Nilai R ²
Lufenuron	86	$Y=1,585x+1,925$	0,949
Profenofos	49	$Y=1,139x+3,065$	0,956
Majemuk	52	$Y=1,429x+2,538$	0,944

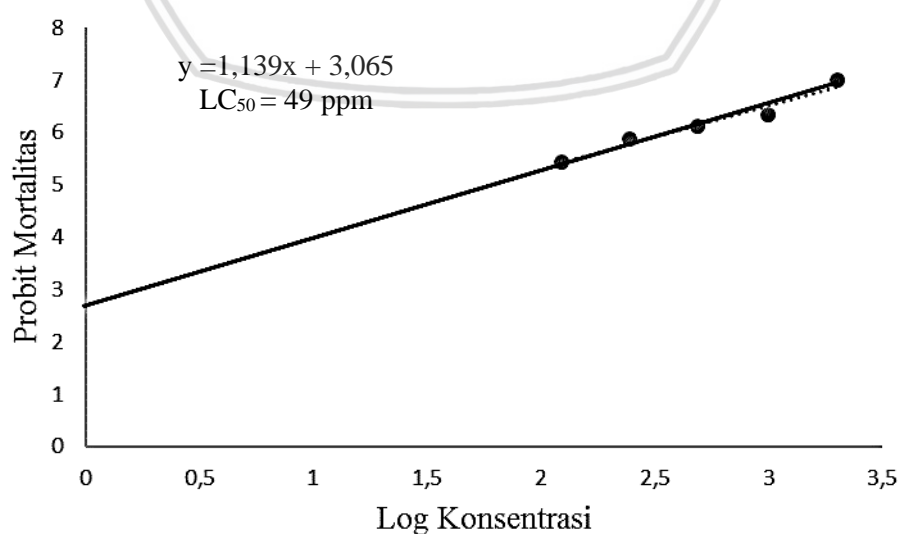
Lufenuron pada konsentrasi 86 ppm menyebabkan mortalitas serangga *M. testulalis* sebesar 50% dengan persamaan garis regresi $Y = 1,585x + 1,925$. Persamaan garis regresi tersebut menunjukkan adanya pengaruh daya racun insektisida terhadap serangga uji yang berarti bahwa setiap kenaikan nilai koefisien x (log konsentrasi) maka nilai Y (Probit) akan meningkat sebesar 1,925 (Gambar 1). Nilai R² (koefisien determinasi) sebesar 0,949 dan nilai kolerasi sebesar 0,974. Hal ini berarti konsentrasi insektisida lufenuron mempengaruhi mortalitas serangga uji sebesar 94% dan korelasi sebesar 0,974. Hal tersebut menunjukkan adanya hubungan yang erat antara konsentrasi insektisida dengan mortalitas serangga *M. testulalis*.

Profenofos pada konsentrasi 49 ppm menyebabkan mortalitas serangga *M. testulalis* sebesar 50% dengan persamaan garis regresi $Y=1,139x+3,065$ (Tabel 4).

Persamaan garis regresi tersebut menunjukkan adanya pengaruh daya racun insektisida terhadap serangga uji yang berarti bahwa setiap kenaikan nilai koefisien x (log konsentrasi) maka nilai Y (Probit) akan meningkat sebesar 3,065 (Gambar 2). Nilai R² (koefisien determinasi) sebesar 0,956 dan nilai kolerasi sebesar 0,977. Hal ini berarti konsentrasi insektisida profenofos mempengaruhi mortalitas serangga uji sebesar 95% dan korelasi sebesar 0,977. Hal tersebut menunjukkan adanya hubungan yang erat antara konsentrasi insektisida dengan mortalitas serangga *M. testulalis*.



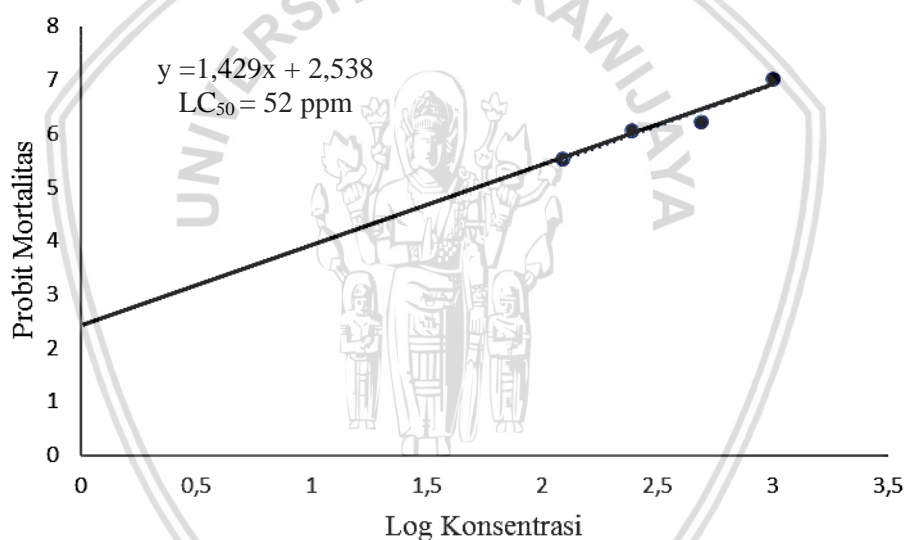
Gambar 1. Hubungan mortalitas serangga *M. testulalis* dan konsentrasi pestisida lufenuron (LC_{50})



Gambar 2. Hubungan mortalitas serangga *M. testulalis* dan konsentrasi pestisida profenofos (LC_{50})

Insektisida majemuk pada konsentrasi 52 ppm menyebabkan mortalitas serangga *M. testulalis* sebesar 50%, dengan persamaan garis regresi $Y=1,429x+2,538$ (Tabel 4). Persamaan garis regresi tersebut menunjukkan adanya pengaruh daya racun insektisida terhadap serangga uji yang berarti bahwa setiap kenaikan nilai koefisien x (log konsentrasi) maka nilai Y (Probit) akan meningkat sebesar 2,538 (Gambar 3).

Nilai R^2 (koefisien determinasi) sebesar 0,944 dan nilai kolerasi sebesar 0,971. Hal ini berarti konsentrasi insektisida profenofos mempengaruhi mortalitas serangga uji sebesar 94% dan korelasi sebesar 0,971. Hal tersebut menunjukkan adanya hubungan erat antara konsentrasi insektisida dengan mortalitas serangga *M. testulalis*.



Gambar 3. Hubungan mortalitas serangga *M. testulalis* dan konsentrasi pestisida majemuk (LC_{50})

Penentuan konsentrasi insektisida hasil uji pendahuluan untuk uji sinergisme. Pada uji sinergisme, konsentrasi ketiga jenis insektisida yang akan diaplikasikan pada serangga uji ditentukan berdasarkan hasil nilai LC_{50} pada uji pendahuluan (Tabel 4). Ketiga jenis insektisida yaitu lufenuron, profenofos dan majemuk masing-masing dengan nilai LC_{50} sebesar 86 ppm, 51 ppm dan 34 ppm. Nilai tersebut akan digunakan sebagai konsentrasi tengah untuk menentukan konsentrasi pada uji sinergisme. Konsentrasi masing-masing insektisida yang digunakan dalam uji sinergisme (Tabel 5).

Tabel 5. Konsentrasi insektisida pada uji sinergisme

No	Perlakuan	Konsentrasi (ppm)
1	Kontrol	0
2	Lufenuron	344
		172
		86
		43
		22
3	Profenofos	196
		98
		49
		25
		13
4	Majemuk	208
		104
		52
		26
		13

Uji Sinergisme

Persentase mortalitas serangga *M. testulalis* setelah 24 jam perlakuan insektisida lufenuron. Mortalitas serangga uji setelah aplikasi insektisida lufenuron pada konsentrasi 22, 43, 86, 172, 344 ppm memberikan pengaruh berbeda terhadap persentase mortalitas serangga uji dibandingkan dengan kontrol. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh perbedaan mortalitas dari masing-masing perlakuan. Persentase mortalitas serangga uji dengan aplikasi insektisida lufenuron tunggal (Gambar 4).

Semakin tinggi konsentrasi insektisida, maka semakin tinggi persentase mortalitas serangga *M. testulalis* (Gambar 4). Persentase mortalitas tertinggi pada 344 ppm sebesar 68,89%, sedangkan persentase mortalitas terendah terjadi pada 22 ppm sebesar 22,22%. Hal ini disebabkan oleh pemberian pestisida lufenuron dari golongan benzoilurea. Benzoilurea adalah insektisida yang menghambat pembentukan kitin. Kitin adalah komponen utama eksoskeleton serangga. Terganggunya proses pembentukan kitin larva tidak dapat melanjutkan pertumbuhannya secara normal dan akhirnya mati (Sudarmo, 1991).

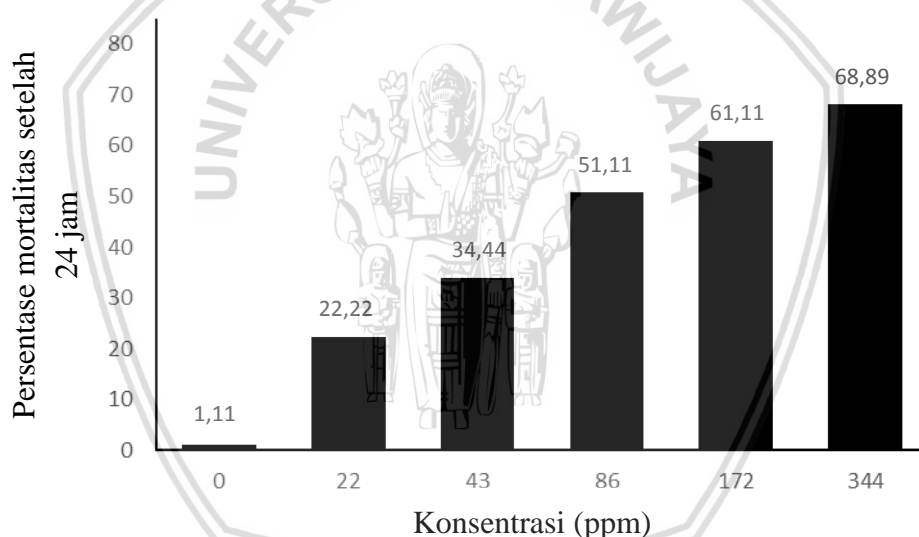
Rerata mortalitas serangga *M. testulalis* pada uji sinergisme setelah aplikasi insektisida berbahan aktif lufenuron dengan konsentrasi berbeda

berpengaruh signifikan terhadap mortalitas serangga *M. testulalis*. Rerata mortalitas serangga *M. testulalis* pada aplikasi insektisida lufenuron (Tabel 6).

Tabel 6. Rerata mortalitas serangga *M. testulalis* pada aplikasi insektisida lufenuron

Perlakuan	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata Larva Mati (Ekor)	Rerata Mortalitas (%)
Kontrol	0	0,33	1,11 a
	344	20,67	68,89 f
Lufenuron	172	18,33	61,11 e
	86	15,33	51,11 d
	43	10,33	34,44 c
	22	6,67	22,22 b

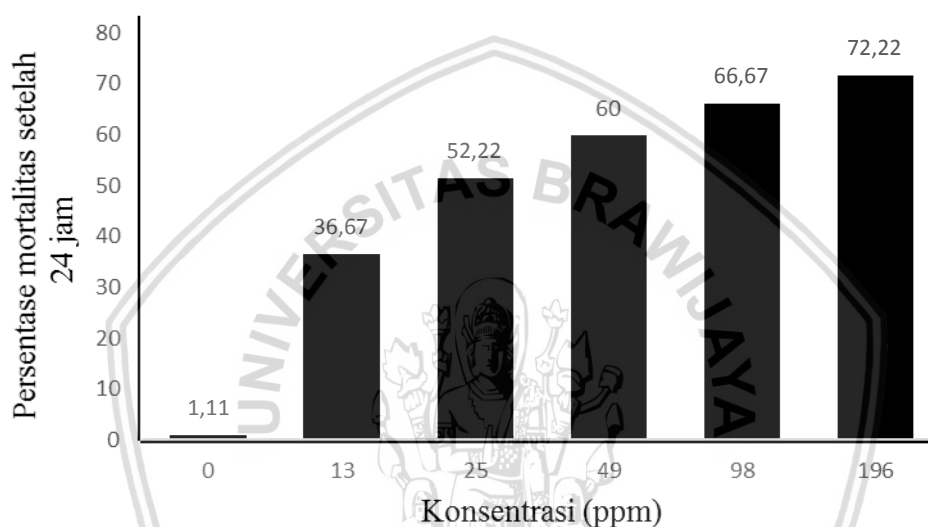
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata



Gambar 4. Persentase mortalitas serangga *M. testulalis* setelah 24 jam perlakuan insektisida lufenuron

Berdasarkan hasil analisis data (Tabel 6) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan memberikan hasil yang berbeda signifikan dibandingkan dengan kontrol. Rata-rata mortalitas tertinggi didapatkan pada perlakuan insektisida lufenuron dengan konsentrasi 344 ppm sebesar 68,89%, sedangkan rata-rata mortalitas terendah diperoleh pada perlakuan insektisida lufenuron dengan konsentrasi 22 ppm dan 43 ppm yaitu masing-masing 22,22% dan 34,44%.

Persentase mortalitas serangga *M. testulalis* setelah 24 jam perlakuan insektisida profenofos. Mortalitas serangga uji setelah aplikasi pestisida profenofos pada konsentrasi 13, 25, 49, 98, 196 ppm memberikan pengaruh berbeda terhadap persentase mortalitas serangga uji dibandingkan dengan kontrol. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh perbedaan mortalitas dari masing-masing perlakuan. Persentase mortalitas serangga uji dengan aplikasi insektisida profenofos tunggal (Gambar 5).



Gambar 5. Persentase mortalitas serangga *M. testulalis* setelah 24 jam perlakuan insektisida profenofos

Semakin tinggi konsentrasi insektisida, maka semakin tinggi persentase mortalitas serangga *M. testulalis* (Gambar 5). Persentase mortalitas tertinggi pada 196 ppm sebesar 72,22%, sedangkan persentase mortalitas terendah terjadi pada 13 ppm sebesar 36,67%. Hal ini disebabkan oleh pemberian pestisida profenofos dari golongan organofosfat. Organofosfat adalah insektisida yang menghambat aktivitas enzim asetil kolinesterase (AChE) yang mengakibatkan akumulasi asetilkolin (Ach). Asetilkolin yang ditimbulkan dalam sistem saraf pusat (SSP) akan menginduksi tremor dan inkoordinasi. Daya afinitas insektisida ini mampu mengikat enzim AChE sehingga asetilkolin sebagai penghantar impuls rangsangan dari pre ke post sinaps (*neurotransmitter*) kerjanya lebih berat karena tidak dapat dipecah oleh enzim AChE. Beberapa organofosfat larut dalam air, mengakibatkan keracunan sistemik pada serangga dan mamalia (Frank, 1995).

Rerata mortalitas serangga *M. testulalis* pada uji sinergisme setelah aplikasi insektisida berbahan aktif profenofos dengan konsentrasi berbeda berpengaruh signifikan terhadap mortalitas serangga *M. testulalis*. Rerata mortalitas serangga *M. testulalis* pada aplikasi insektisida profenofos (Tabel 7).

Tabel 7. Rerata mortalitas serangga *M. testulalis* pada aplikasi insektisida profenofos

Perlakuan	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata Larva Mati (Ekor)	Rerata Mortalitas (%)
Kontrol	0	0,33	1,11 a
Profenofos	196	21,67	72,22 f
	98	20	66,67 e
	49	18	60 d
	25	15,67	52,22 c
	13	11	36,67 b

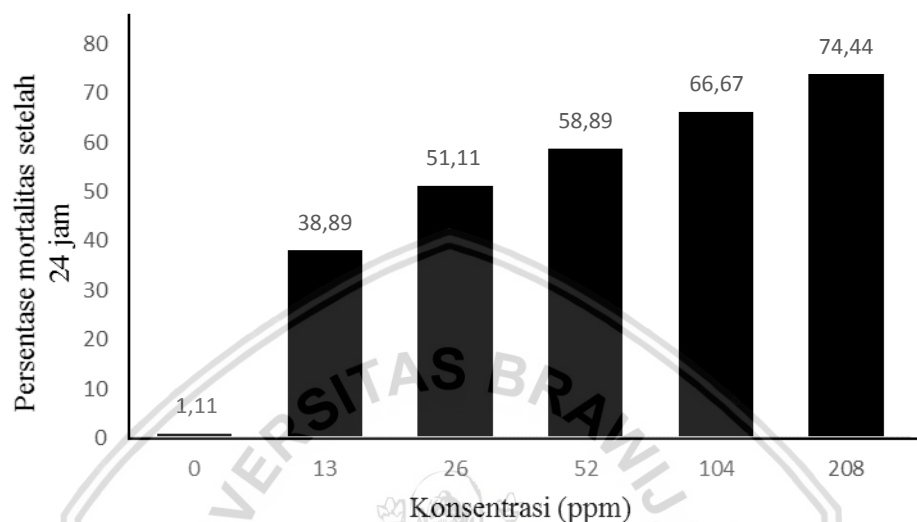
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil analisis data (Tabel 7) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan memberikan hasil yang berbeda signifikan dibandingkan dengan kontrol. Rerata mortalitas tertinggi didapatkan pada perlakuan insektisida profenofos dengan konsentrasi 196 ppm dan 98 ppm masing-masing sebesar 72,22% dan 66,67%, sedangkan rerata mortalitas terendah diperoleh pada perlakuan insektisida profenofos dengan konsentrasi 13 ppm yaitu 36,67%.

Persentase mortalitas serangga *M. testulalis* setelah 24 jam perlakuan insektisida majemuk. Aplikasi pestisida majemuk menyebabkan mortalitas serangga uji pada konsentrasi 13, 26, 52, 104, 208 ppm memberikan pengaruh berbeda terhadap persentase mortalitas serangga uji dibandingkan dengan kontrol. Hasil penelitian diperoleh perbedaan mortalitas dari masing-masing perlakuan. Persentase mortalitas serangga uji dengan aplikasi insektisida majemuk (Gambar 6).

Semakin tinggi konsentrasi insektisida, maka semakin tinggi persentase mortalitas serangga *M. testulalis* (Gambar 6). Persentase mortalitas tertinggi pada 208 ppm sebesar 74,44%, sedangkan persentase mortalitas terendah terjadi pada 13 ppm sebesar 38,89%. Hal ini menunjukkan bahwa setiap pemberian konsentrasi yang berbeda berbanding lurus dengan mortalitas serangga *M. testulalis*.

Rerata mortalitas serangga *M. testulalis* pada uji sinergisme setelah aplikasi insektisida majemuk dengan konsentrasi berbeda berpengaruh signifikan terhadap mortalitas serangga *M. testulalis*. Rerata mortalitas serangga *M. testulalis* pada aplikasi insektisida majemuk (Tabel 8).



Gambar 6. Persentase mortalitas serangga *M. testulalis* setelah 24 jam perlakuan insektisida majemuk

Tabel 8. Rerata mortalitas serangga *M. testulalis* pada aplikasi insektisida majemuk

Perlakuan	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata Larva Mati (Ekor)	Rerata mortalitas (%)
Kontrol	0	0,33	1,11 a
	208	22,33	74,44 f
Majemuk	104	20	66,67 e
	52	17,67	58,89 d
	26	15,33	51,11 c
	13	11,67	38,89 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

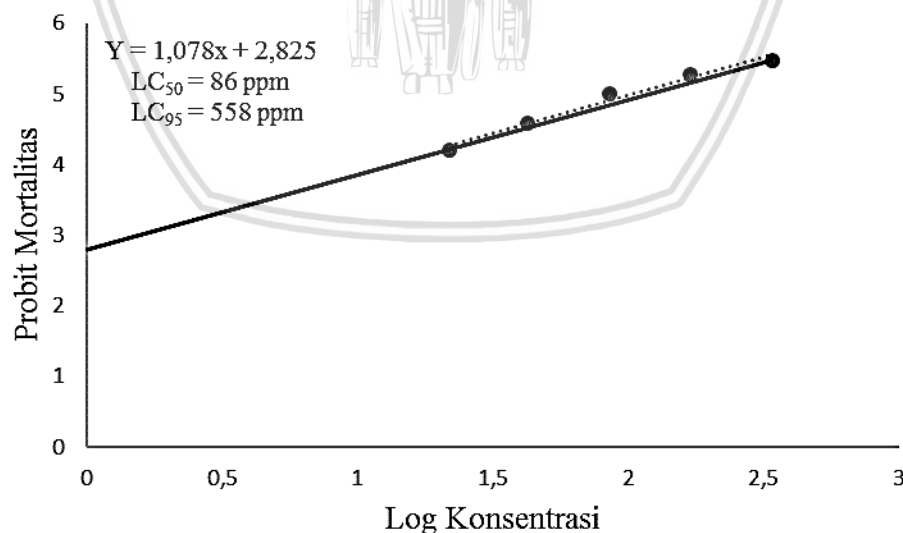
Berdasarkan hasil analisis data (Tabel 8) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan memberikan hasil yang berbeda signifikan dibandingkan dengan kontrol. Rerata mortalitas tertinggi didapatkan pada perlakuan insektisida majemuk dengan konsentrasi 208 sebesar 74,44%, sedangkan rerata mortalitas terendah diperoleh pada perlakuan insektisida majemuk dengan konsentrasi 13 ppm yaitu 38,89%.

Median lethal concentration (LC₅₀) dan lethal concentration (LC₉₅) insektisida majemuk terhadap serangga *M. testulalis*. Menurut Baehaki (1993) *Lethal Concentration* (LC) adalah istilah yang digunakan dalam menguji suatu pestisida terhadap sekelompok hewan. Sedangkan LC₅₀ adalah metode untuk menentukan konsentrasi atau dosis dalam membunuh hewan (serangga) uji sebesar 50%. Pengujian ini biasanya dilakukan sebelum jenis pestisida diaplikasikan di lapang. Nilai LC₅₀ dan LC₉₅ dari insektisida majemuk terhadap serangga *M. Testulalis* (Tabel 9).

Tabel 9. Nilai LC₅₀ dan LC₉₅ insektisida lufenuron, profenofos dan majemuk

Jenis Insektisida	Nilai LC ₅₀ (ppm)	Nilai LC ₉₅ (ppm)	Persamaan Regresi	Nilai R ²
Lufenuron	86	558	$Y = 1,078x + 2,825$	0,979
Profenofos	49	664	$Y = 0,765x + 3,888$	0,951
Majemuk	52	415	$Y = 0,765x + 3,886$	0,993

Lufenuron berpotensi menyebabkan mortalitas sebesar 50% dan 95% ialah pada konsentrasi 86 ppm dan 558 ppm dalam waktu 24 jam dengan garis regresi $Y = 1,078x + 2,825$.

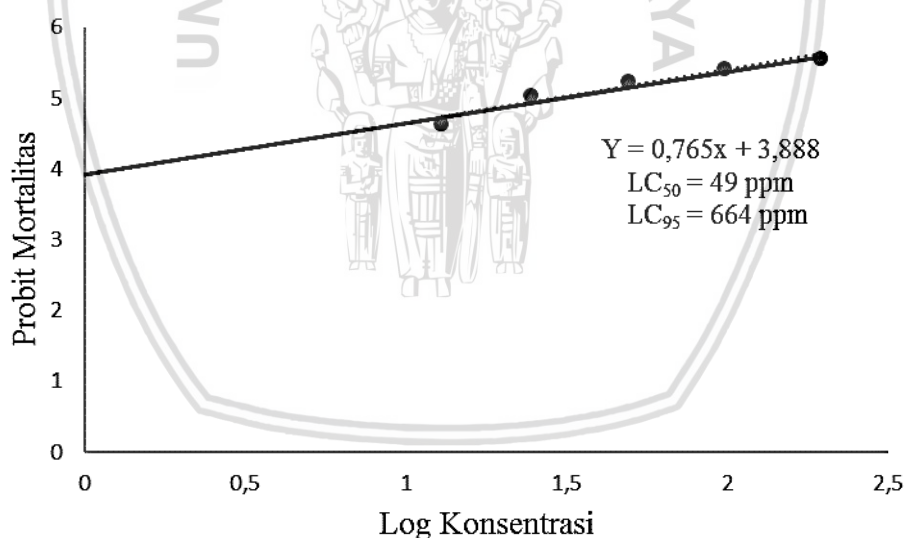


Gambar 7. Hubungan mortalitas serangga *M. testulalis* dan konsentrasi insektisida lufenuron (LC₅₀ dan LC₉₅)

Garis regresi tersebut menunjukkan pengaruh daya racun setiap kenaikan nilai 1 koefisien x (log konsentrasi) maka nilai Y (Probit) akan

meningkat sebesar 2,825. Nilai R^2 (koefisien determinasi) sebesar 0,979 dan nilai kolerasi sebesar 0,989 (Tabel 9). Hal ini berarti konsentrasi insektisida lufenuron mempengaruhi mortalitas serangga uji sebesar 97% dan korelasi sebesar 0,989. Hal tersebut menyatakan adanya hubungan erat antara konsentrasi insektisida terhadap mortalitas serangga uji.

Konsentrasi pestisida profenofos yang berpotensi mematikan serangga uji sebesar 50% dan 95% ialah pada konsentrasi 49 ppm dan 664 ppm dalam waktu 24 jam dengan garis regresi $Y=0,765x+3,888$ (Tabel 9). Yang artinya setiap kenaikan nilai 1 koefisien x (log konsentrasi) maka nilai Y (Probit) akan meningkat sebesar 3,888 (Gambar 8). Nilai R^2 (koefisien determinasi) sebesar 0,951 dan nilai kolerasi sebesar 0,975. Hal ini berarti konsentrasi insektisida profenofos mempengaruhi mortalitas serangga uji sebesar 95% dan korelasi sebesar 0,975. Hal tersebut menyatakan adanya hubungan yang erat antara konsentrasi insektisida terhadap mortalitas serangga uji.

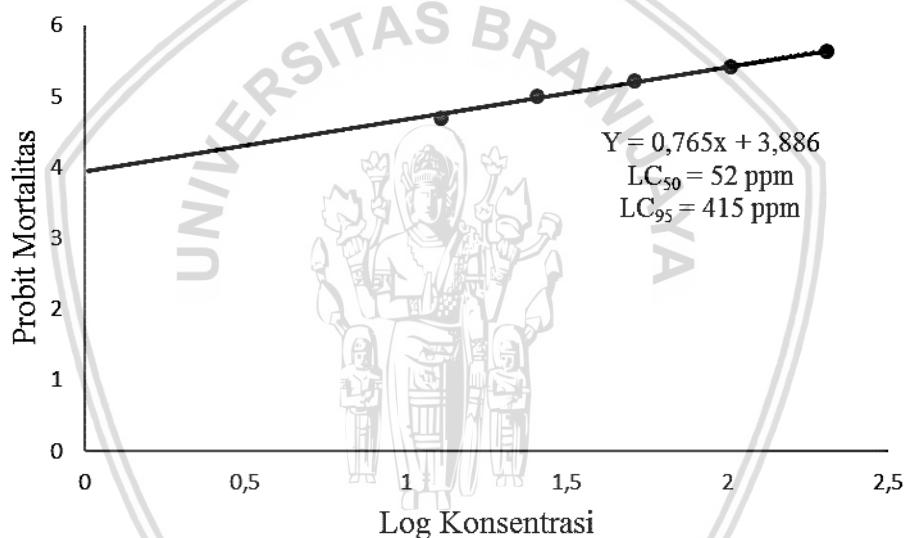


Gambar 8. Hubungan mortalitas serangga *M. testulalis* dan konsentrasi insektisida profenofos (LC_{50} dan LC_{95})

Konsentrasi pestisida majemuk yang berpotensi menyebabkan mortalitas serangga uji sebesar 50% dan 95% ialah pada konsentrasi 52 ppm dan 415 ppm dalam waktu 24 jam dengan garis regresi $Y=0,765x+3,886$ (Tabel 9). yang berarti setiap kenaikan nilai 1 koefisien x (log konsentrasi) maka nilai Y (Probit) akan meningkat sebesar 3,886 (Gambar 9). Nilai R^2 (koefisien determinasi) sebesar 0,993 dan nilai kolerasi sebesar 0,996. Hal ini berarti konsentrasi insektisida

majemuk mempengaruhi mortalitas serangga uji sebesar 99% dan korelasi sebesar 0,996. Hal tersebut menyatakan adanya hubungan erat antara konsentrasi insektisida terhadap mortalitas serangga uji.

Semakin tinggi tingkat konsentrasi insektisida yang diberikan, maka semakin tinggi pula mortalitas serangga *M. testulalis* yang didapatkan. Hubungan yang erat antara konsentrasi insektisida dengan mortalitas berkaitan dengan beban racun yang terdapat dalam serangga uji. Serangga uji *M. testulalis* dan konsentrasi racun tertinggi berarti lebih cepat dalam menekan sistem saraf serangga. Selain itu, lebih cepat juga dalam memparalisis bahkan mematikan serangga apabila dibandingkan dengan serangga pada perlakuan dengan konsentrasi yang lebih rendah.



Gambar 9. Hubungan mortalitas serangga *M. testulalis* dan konsentrasi insektisida majemuk (LC_{50} dan LC_{95})

Pada uji pendahuluan dan uji sinergisme didapatkan hasil yang berbeda, hal ini diduga karena adanya beberapa faktor, yaitu faktor lingkungan dan faktor serangga uji.

Faktor lingkungan pada penelitian ini berpengaruh terhadap hasil penelitian. Karena penelitian dilakukan secara bertahap per ulangan dengan 16 perlakuan. Penelitian secara bertahap dilakukan karena serangga uji *M. testulalis* tidak mencukupi apabila 16 perlakuan dengan 3 ulangan tersebut dilakukan dalam 1 waktu, hal ini yang menyebabkan kondisi lingkungan tempat dilakukan penelitian berbeda pada setiap dilakukan penelitian, meskipun setiap penelitian per ulangan dilakukan pada ruang yang sama. Kondisi lingkungan yang berbeda pada setiap penelitian berpengaruh terhadap mortalitas serangga *M. testulalis*. Faktor

lingkungan yang dimaksud adalah suhu dan kelembaban ruang yang dijadikan tempat penelitian.

Faktor serangga uji diduga juga berpengaruh terhadap perbedaan hasil antara uji pendahuluan dan uji sinergisme, pengambilan serangga uji dengan kuas dari tanaman kedelai ke dalam toples bisa saja melukai fisik serangga uji, serangga uji yang digunakan pada waktu perlakuan ada yang memiliki morfologi tidak sempurna, kepekaan masing-masing serangga uji yang diuji setiap serangga berbeda, ada larva yang terganggu saluran pencernaannya, ada larva yang stres sebelum perlakuan. Hal-hal tersebut sulit diamati sebelum perlakuan karena serangga uji *M. testulalis* memiliki ukuran yang kecil, lunak dan setiap individu serangga memiliki resistensi yang berbeda. Seperti halnya yang dikemukakan oleh Natawigena (1990) bahwa mekanisme resistensi pada serangga disebabkan oleh: (1) Sifat morfologis berupa tebal dan tipis kutikula, adanya penghalang atau bulu pada serangga. (2) Sifat fisiologis berupa kecepatan dalam menguraikan insektisida pada serangga yang tahan dan serangga yang peka; perbedaan kecepatan dalam cara mengangkut insektisida ke bagian badan yang penting. (3) Sifat biokimia berupa kemampuan serangga melakukan proses inaktivasi. (4) Sifat kelakuan serangga yang gerakannya cepat, lincah lebih mampu menghindari dari racun.

Sifat Aktivitas Insektisida Majemuk

Perhitungan penentuan sifat aktivitas insektisida majemuk digunakan untuk menguji apakah insektisida yang dicampur bersifat sinergistik atau antagonistik, Menurut Benz (1971) menyatakan bahwa kerja sinergistik dicirikan oleh bahan kimia atau insektisida mampu untuk meningkatkan daya racun insektisida. Sebaliknya, jika bahan campuran menurunkan daya racun insektisida maka efek tersebut dinamakan antagonistik. Jika bahan campuran tidak berpengaruh terhadap insektisida maka efeknya dinamakan netral. Perhitungan nilai nisbah sinergistik pestisida majemuk dilakukan apabila pestisida yang dicampur bersifat kerja bersama serupa. Perhitungan nilai nisbah sinergistik pestisida majemuk (Tabel 10).

Berdasarkan perhitungan (Tabel 10) diperoleh nilai Nisbah Sinergistik (NS) ≥ 1 , yang berarti bahwa insektisida majemuk menyebabkan aktivitas pengendalian serangga uji yang lebih baik dibandingkan dengan insektisida

berbahan aktif tunggal, serta tidak menyebabkan efek antagonistik dan bersifat sinergis dalam mengendalikan serangga *M. testulalis*. Hal ini seperti yang dikemukakan Benz (1971) bahwa pencampuran insektisida dapat menimbulkan interaksi sinergistik, jika bahan campuran dapat meningkatkan daya racun insektisida.

Tabel 10. Perhitungan Nisbah Sinergistik (NS) dan penentuan sifat aktivitas insektisida majemuk

Jenis Insektisida	<i>Lethal Concentrate</i> (LC ₉₅) (ppm)	Nisbah Sinergis	Sifat Toksisitas campuran
Majemuk	415,269	-	-
Lufenuron	558,287	1,344	Sinergis
Profenofos	664,419	1,599	Sinergis

Pencampuran insektisida berbahan aktif lufenuron dan profenofos bersifat sinergis dalam mengendalikan serangga *M. testulalis* pada tanaman kedelai, sehingga penggunaan insektisida majemuk harus dilakukan secara hati-hati karena penggunaan dengan konsentrasi yang berlebihan dapat menyebabkan kematian pada serangga bukan target, pencemaran lingkungan, resistensi hama dan kerugian ekonomi pada petani. Penggunaan campuran insektisida majemuk harus dilakukan secara tepat yaitu dengan memperhatikan konsentrasi insektisida yang digunakan, dosis yang akan diaplikasikan, waktu aplikasi dan hama sasaran. Menurut Indraningsih (2006) menyatakan bahwa pencemaran dan keracunan pestisida umumnya terjadi akibat kelalaian manusia dalam penggunaan yang berlebihan, kesalahan pencampuran dan penanganan yang tidak sesuai prosedur. Penggunaan pestisida yang tidak terkendali akan menimbulkan bermacam-macam masalah kesehatan dan pencemaran lingkungan (Yuantari, 2009).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa aplikasi insektisida majemuk menyebabkan aktivitas pengendalian serangga *M. testulalis* yang lebih baik dibandingkan dengan insektisida berbahan aktif tunggal. Konsentrasi insektisida yang berpotensi menyebabkan mortalitas serangga uji sebesar 50% dan 95% ialah pada konsentrasi 52 ppm dan 415 ppm untuk insektisida majemuk, lufenuron pada konsentrasi 86 ppm dan 558 ppm, sedangkan, profenofos pada konsentrasi 49 ppm dan 664 ppm. Setiap penggunaan konsentrasi yang berbeda berbanding lurus dengan tingkat mortalitas serangga *M. testulalis*, semakin tinggi konsentrasi yang diaplikasikan maka semakin tinggi tingkat mortalitas *M. testulalis*. Insektisida majemuk tidak menyebabkan efek antagonistik dan bersifat sinergis dalam mengendalikan serangga *M. testulalis* pada tanaman kedelai dengan nilai nisbah sinergistik (NS) lufenuron 1,344 dan profenofos 1,599.

SARAN

Saran yang dianjurkan setelah dilakukan penelitian ini untuk penelitian selanjutnya diharapkan memperhatikan konsentrasi insektisida yang digunakan, dosis yang akan diaplikasikan, waktu aplikasi dan hama sasaran, serta memperhatikan suhu dan kelembaban ruangan yang dijadikan tempat penelitian, selain itu, juga harus memperhatikan kondisi fisik serangga *M. testulalis* yang akan digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Baehaki. 1993. Insektisida Pengendalian Tanaman. Bandung: Penerbit Angkasa.
- Balitkabi. 2006. Hasil Utama Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2005. Malang.
- Benz, G. 1971. Microbial Control of Insect and Mites. New York and London: Academic Press.
- Blay, E. 2000. Handbook of Crop Protection Recommendations. Ghana: Ministry of Food and Agriculture.
- Borror, D.J., Dwight M.D. dan Charles A.T. 1979. An Introduction to the Study of Insects. Edisi 5. Boston: Saunder College.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2018. Produksi Kedelai Nasional. Diunduh dari <http://www.bps.go.id/>. Pada tanggal 5 Januari 2018.
- Busvine. 1971. Technicque For Testing Insectisides. London: Common Wealt Institute Of Entomologi.
- Cloyd, R.A. 2011. Pesticide mixtures. In M. Stoytcheva (Ed.) Pesticides Formulations, Effects, Fate: 69–80. In Tech Europe. University Campus STeP RiSlavka Krautzeka 83/A 51000 Rijeka, Croatia. Diunduh dari [Http://www.intechopen.com/books/pesticidesformulationseffectsfate/pesticid e-mixtures](Http://www.intechopen.com/books/pesticidesformulationseffectsfate/pesticid-e-mixtures). Pada tanggal 5 Januari 2018.
- Cooper, J. dan Dobson H. 2007. The benefits of pesticides to mankind and the environment. Crop Prot 26(9): 1337-1348.
- Cremlyn, R.J.W. 1991. Agrochemical: Preparation and Mode of Action. Canada: John Willey & Sons.
- Depkes, RI. 2003. Pedoman Pengamanan Penggunaan Pestisida Khusus untuk Petani dan Operator Pestisida. Jakarta: Ditjen PPM & PLP.
- Frank, C.Lu. 1995. Toksikologi Dasar (Azas, Organ Sasaran dan Penilaian Resiko). Jakarta: Universitas Indonesia.
- Georghiou, G.P. 1983. Management of resistance in arthropods. New York: Plenum Press.
- Gigih. 2011. Pestisida. Diunduh dari <http://pejuang-pangan.blogspot.com/2011/07/pestisida-bagian-2.html>. Pada tanggal 5 Januari 2018.
- Gunandini, D.J. 2002. Plastisitas Fenotip pada Daur Hidup Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi malation. (Disertasi). Bandung: Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung.

- Harahap, I.S. 1994. Hama Palawija. Seri PHT. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hidayat, O.D. 2000. Morfologi Tanaman Kedelai. Bogor: Puslitbangtan.
- Inawati, L. 2000. Pengaruh Jenis Gulma Terhadap Pertumbuhan, Pembentukan Bintil Akar dan Produksi Kedelai, Jurnal BDP, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Indraningsih. 2006. Sumber Kontaminan dan Penanggulangan Residu Pestisida pada Pangan Produk Peternakan: Suatu Tinjauan. Wartazoa 16(2): 92-108.
- Irie, M. 2007. Pesticide Residues in Food, Toxicological Evaluations. Geneva: WHO Press.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. Pest of Crops in Indonesia. Jakarta: PT. Ichtiar Baru Van Hoeve.
- Kasno, A. 1992. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Malang: Balai Penelitian Tanaman Pangan.
- Metcalf, R.L. 1989. Introduction to Pest Management. New York: Wiley Intersci Publisc Moustiuer Jonn of Metz Wiley and Sons. Pestic Sci 26(2): 333-358.
- Mujiono, S.H., Suseno dan Herminanto. 1999. Kajian Residu Pestisida pada Sayuran, Air Sumur dan Kesehatan Petani di Sentra Produksi Sayuran Dataran Tinggi. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian Unsoed.
- Natawigena, H. 1990. Etomologi Pertanian. Bandung: PT. Orba Sakti.
- Parker, B.L. Talekar dan Skinner M. 1995. Field Guide, Insect Pests of Selected Vegetables in Tropical and Subtropical Asia. Shanhua: AVRDC Publication.
- Pitojo, S. 2003. Benih Kedelai. Yogyakarta: Kanisius.
- _____. 2006. Benih Kacang Panjang. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Prijono, D. 2002. Pengujian Keefektifan Campuran Insektisida: Pedoman bagi Pelaksana Pengujian Efikasi untuk Pendaftaran Pestisida. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Purwanto dan Suharyadi. 2007. Statistika untuk Ekonomi dan Keuangan. Modern. Edisi 2. Jakarta: Salemba Empat.
- Pusdatin. 2014. Publikasi pusdatin tahun 2014. Diunduh dari <http://www.pusdatin.go.id/pdf>. Pada tanggal 5 Januari 2018.
- Rukmana, R. dan Yuniarsih Y. 1996. Budidaya dan Pasca Panen Kedelai. Yogyakarta: Kanisius.

- Sani, Y. dan Indraningsih. 2005. Kasus keracunan pestisida golongan organofosfat pada sapi peranakan Ongole di Sukamandi, Jawa Barat. Balai Penelitian Veteriner. JITV 10(3): 242-251.
- Sastroutomo, S. 1992. Dasar-Dasar Pestisida dan Dampak Penggunaannya. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Sianturi, E.S. 2009. Uji Efektifitas Beberapa Insektisida Nabati pada Tanaman Kacang Hijau dan Kacang Panjang terhadap Hama *Maruca testulalis* Geyer (Lepidoptera: Pyralidae). Skripsi. Program Sarjana. Universitas Sumatra Utara. Medan. Diunduh dari <https://www.slideshare.net/laelayuliawati/09-e02781-4>. Pada tanggal 5 Januari 2018.
- Sudarmo, S. 1991. Pestisida. Yogyakarta: Kanisius.
- Suprpto. 2002. Bertanam Kedelai. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Suhaeni, N. 2007. Petunjuk Praktis Menanam Kedelai. Bandung: Nuansa.
- Stone, N.D., Makela M.E. dan Plapp F.W. 1988. Nonlinear optimization analysis of insecticide mixtures for the control of the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae). J Econ Entomol 81(4): 989-994.
- Syahputra, E. 2011. Aktifitas dan Keefektifan Insektisida Berbahan Aktif Majemuk Thiodicarb dan Triflumuron terhadap Hama Ulat Kantong *Metisa plana* pada Tanaman Kelapa Sawit. Jurnal Teknik Perkebunan & PSDL. 1(2): 1-8.
- Wahyuni, S. 2010. Perilaku petani bawang merah dalam penggunaan dan penanganan pestisida serta dampaknya terhadap lingkungan (studi kasus di Desa Kemukten, Kecamatan Kersana, Kabupaten Brebes). Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro, Semarang. Diunduh dari <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli/article/view/4142/3775>. Pada tanggal 5 Januari 2018.
- Ware, G.W. 1982. Pesticides Theory and Aplikasi. San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- Winarsih, N. 2010. Pengaruh Penggunaan Kulit Ari kedelai Sebagai Pengganti Konsentrasi Terhadap Konsumsi Pakan dan Pertambahan Bobot Badan Sapi Peranakan Ongole, Malang. Skripsi. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya Malang.
- Worthing, C.H. 1991. The Pesticide Manual, A. World Compendium. Edisi 8. Surrey: The British Crop Protection Council.
- Wiyono, 2007. Perubahan Iklim dan Ledakan Hama dan Penyakit Tanaman. Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor Kampus IPB Darmaga Bogor. Diunduh dari Swiyono2@yahoo.de. Pada tanggal 5 Januari 2018.

- Wudianto, R. 2005. Petunjuk Penggunaan Pestisida. Edisi Revisi. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Yuantari, M.G.C. 2009. Studi Ekonomi Lingkungan Penggunaan Pestisida dan Dampaknya pada Kesehatan Petani di Area Pertanian Hortikultura Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang Jawa Tengah. Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro.

